

# Langzeitbeobachtung von Blazaren mit einem dedizierten Cherenkov-Teleskop (DWARF)

**Michael Backes<sup>1</sup>**

Thomas Bretz<sup>2</sup>

Wolfgang Rhode<sup>1</sup>

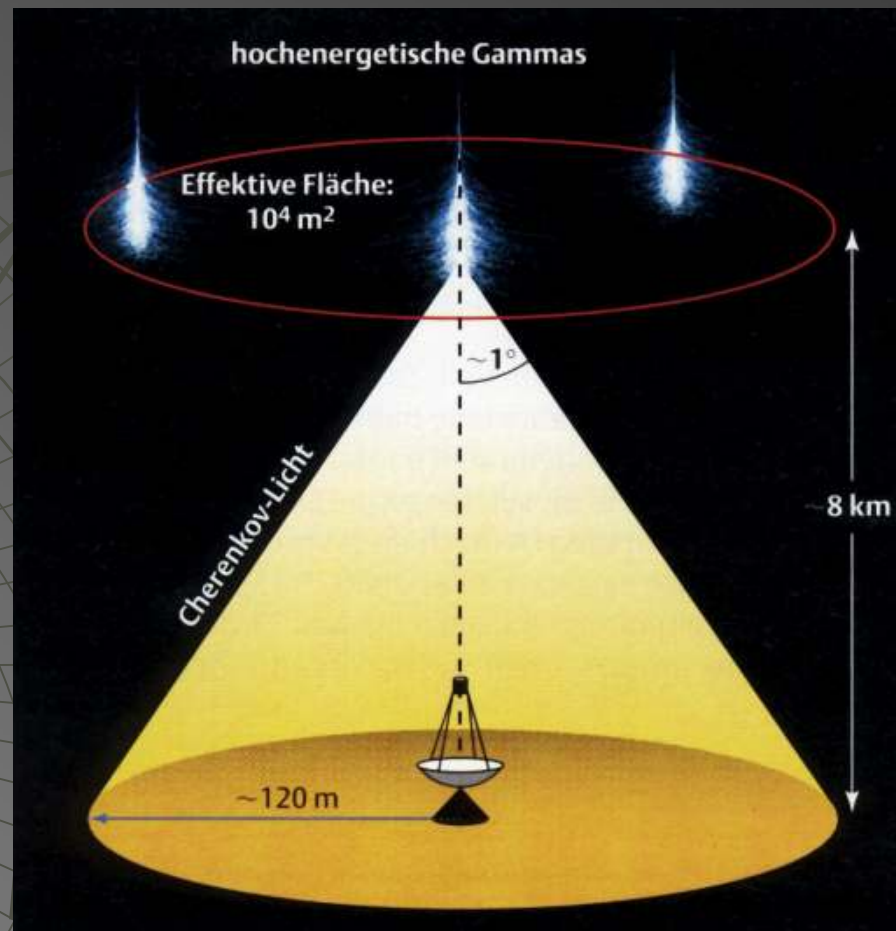
Karl Mannheim<sup>2</sup>

# Überblick



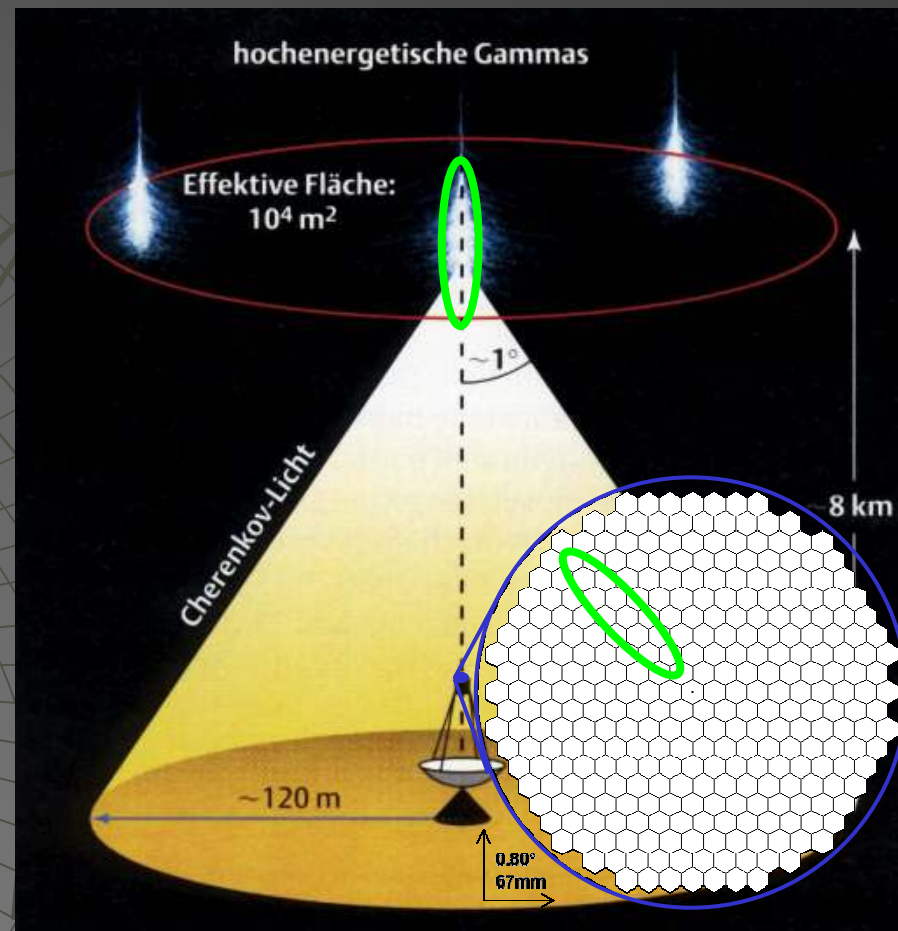
- u Technik der Luft-Cherenkov-Teleskope
- u Was ist ein AGN / ein Blazar?
- u Motivation von Blazar-Langzeitbeobachtungen
- u State of the art IACTs
- u HEGRA CT3
- u DWARF
- u Zusammenfassung
- u Zukunftsvision: Globales IACT-Netzwerk

- u Primärteilchen  
(Gev-TeV)
- u Relativistischer  
Teilchenschauer  
(10km NN)
- u Cherenkov-Licht
- u Schauerellipse in  
Kamera





- u Primärteilchen  
(Gev-TeV)
- u Relativistischer  
Teilchenschauer  
(10km NN)
- u Cherenkov-Licht
- u Schauerellipse in  
Kamera



# AGN / Blazar

- u Supermassives schwarzes Loch ( $M_{\text{BH}} \sim 10^9 M_{\odot}$ ) im Galaxienzentrum
- u Teilchenbeschleunigung in Jets
- u dabei  $\gamma$ -Produktion durch
  - u a)  $p + p \rightarrow \Delta \rightarrow \pi^0 \rightarrow \gamma_{\text{HE}}$  oder
  - u b)  $e^{\pm} \rightarrow \gamma_{\text{synchr.}} + e^{\pm} \rightarrow \gamma_{\text{HE}}$
- u Blazar: Jet zeigt auf uns





# Motivation von Blazar-Langzeitbeobachtungen



- u Nachweis enger binärer schwarzer Löcher möglich
  - ~ Massen und Abstand bilden Nachweisgrundlage von Gravitationswellen für **LISA**



# Motivation von Blazar- Langzeitbeobachtungen

- u Nachweis enger binärer schwarzer Löcher möglich
  - ~ Massen und Abstand bilden Nachweisgrundlage von Gravitationswellen für **LISA**
- u Koinzidente  $\gamma$ - und  $\nu$ -Messungen mit **IceCube**

# Motivation von Blazar- Langzeitbeobachtungen

- u Nachweis enger binärer schwarzer Löcher möglich
  - ~ Massen und Abstand bilden Nachweisgrundlage von Gravitationswellen für **LISA**
- u Koinzidente  $\gamma$ - und  $\nu$ -Messungen mit **IceCube**
- u Bei Flares ToO-Beobachtungen mit **MAGIC**, **H.E.S.S.** und **VERITAS**





# Motivation von Blazar-Langzeitbeobachtungen



- u Nachweis enger binärer schwarzer Löcher möglich
  - ~ Massen und Abstand bilden Nachweisgrundlage von Gravitationswellen für **LISA**
- u Koinzidente  $\gamma$ - und  $\nu$ -Messungen mit **IceCube**
- u Bei Flares ToO-Beobachtungen mit **MAGIC**, **H.E.S.S.** und **VERITAS**
- u Ausgedehnte Multiwavelength-Beobachtungen (Radio, optisch, Röntgen, soft- $\gamma$  und TeV)
  - ~ Besseres Verständnis der Zusammensetzung und Erzeugung der Jets

# State of the art IACTs





# State of the art IACTs

Hohe Sensitivität bei Schwellenenergien um 100 GeV

~ viele Beobachtungsaufgaben:

Pulsar-Wind-Nebel

Supernova Reste

Mikroquasare

Galaxienhaufen

Radiogalaxien

Pulsare

Gamma-Ray-Bursts

Blazare

Galaktische Surveys

~ Kaum Beobachtungszeit für Langzeitbeobachtungen  
von hellen Blazaren (AGNs)

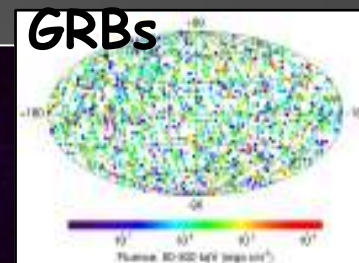
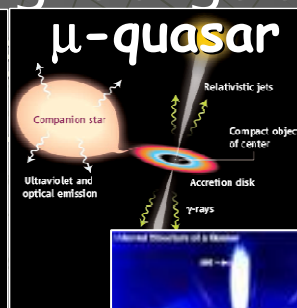


# State of the art IACTs



Hohe Sensitivität bei Schwellenenergien um 100 GeV

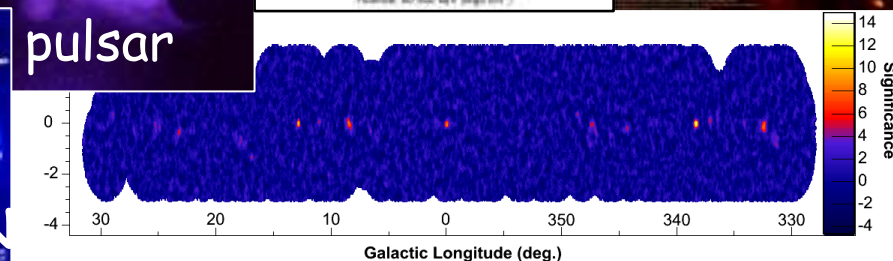
viele Beobachtungsaufgaben:



Galaxienhaufen

Radiogalaxien

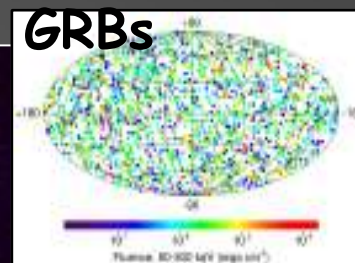
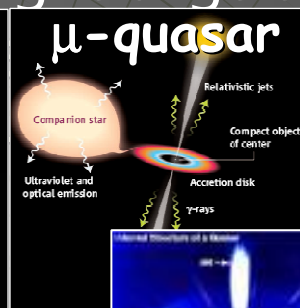
Kaum Beobachtungszeit für Langzeitbeobachtungen von hellen Blazaren (AGNs)



# State of the art IACTs

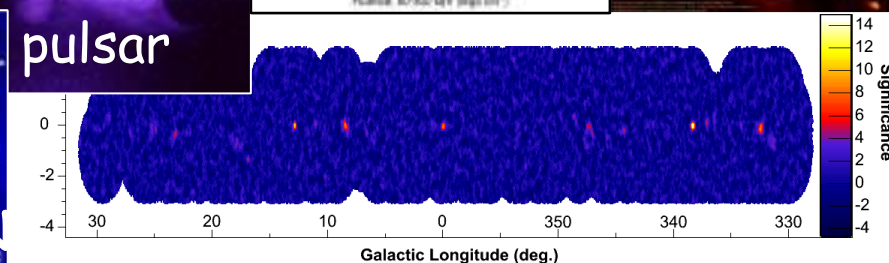
Hohe Sensitivität bei Schwellenenergien um 100 GeV

viele Beobachtungsaufgaben:



Galaxienhaufen

Radiogalaxien



Kaum Beobachtungszeit für Langzeitbeobachtungen von hellen Blazaren (AGNs)

⌚ **D**edicated multi**W**avelength **A**gn  
**R**esearch **F**acility (**DWARF**)



# MAGIC Gelände

## La Palma (Spanien)



**MAGIC II**

**MAGIC I**





# MAGIC Gelände

## La Palma (Spanien)



**MAGIC II**

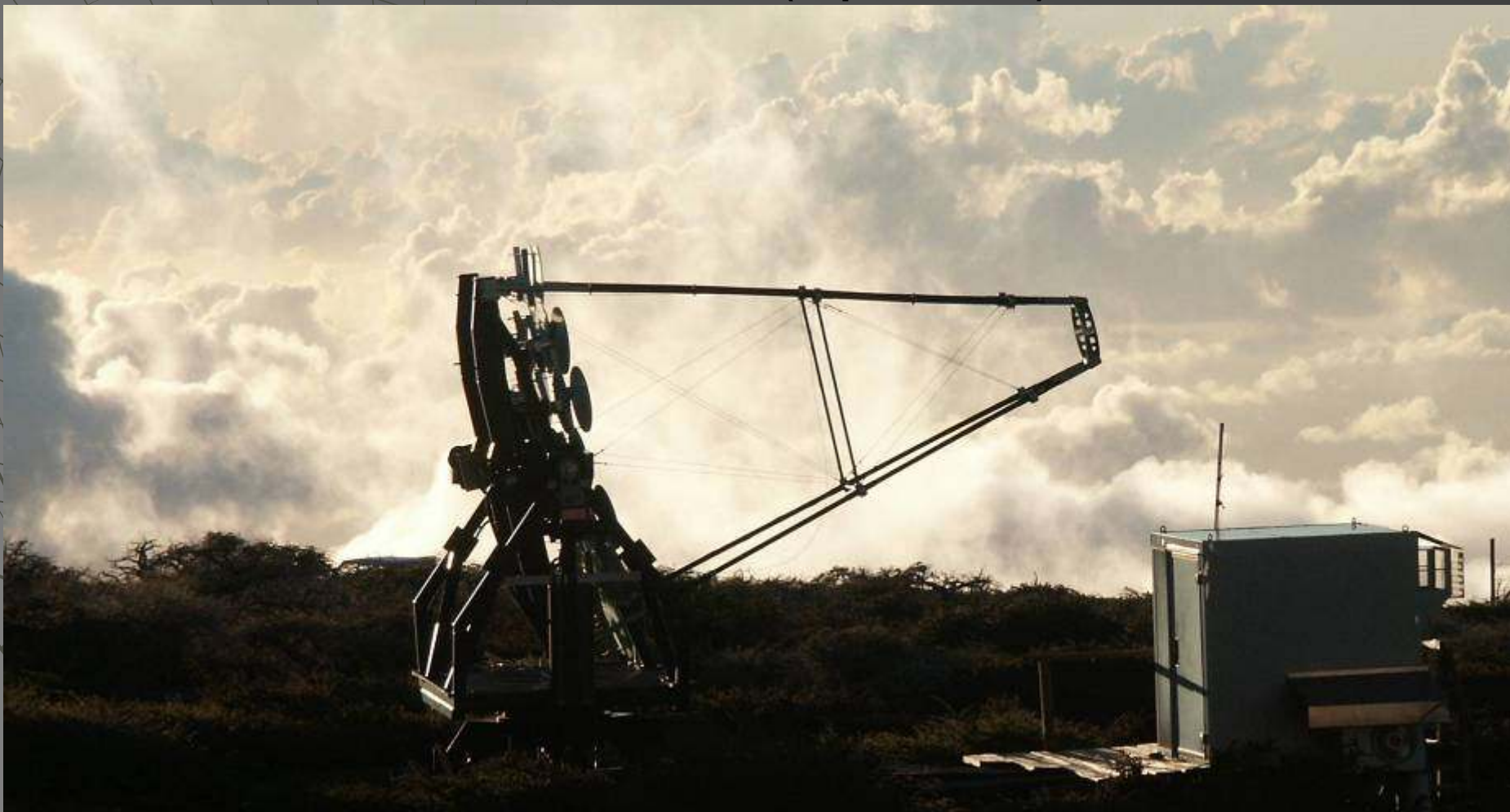
**MAGIC I**

**HEGRA CT3**



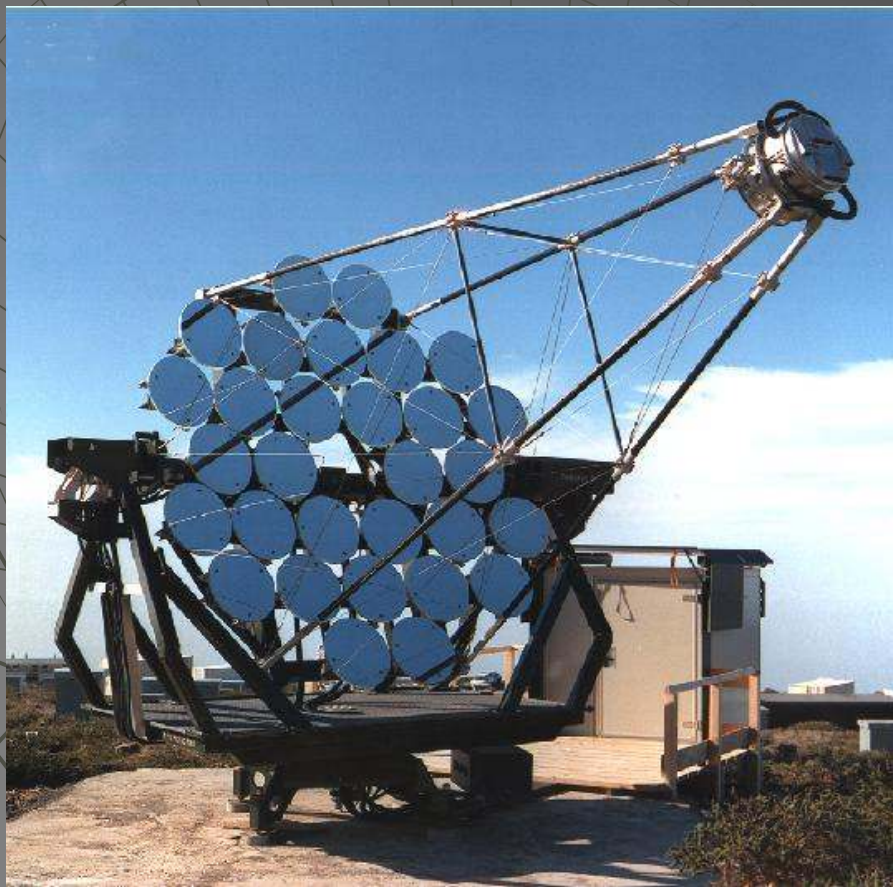
# MAGIC Gelände

## La Palma (Spanien)





# HEGRA CT3



- u 8,5 m<sup>2</sup> Spiegel
- u 271 Pixel-Kamera
- u 4,92 m Fokallänge
- u 4,3° field of view
- ~ Energieschwelle  
~ 700 GeV

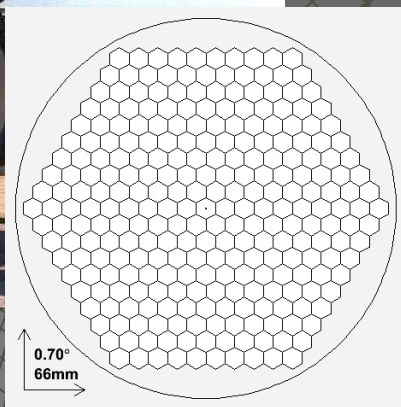
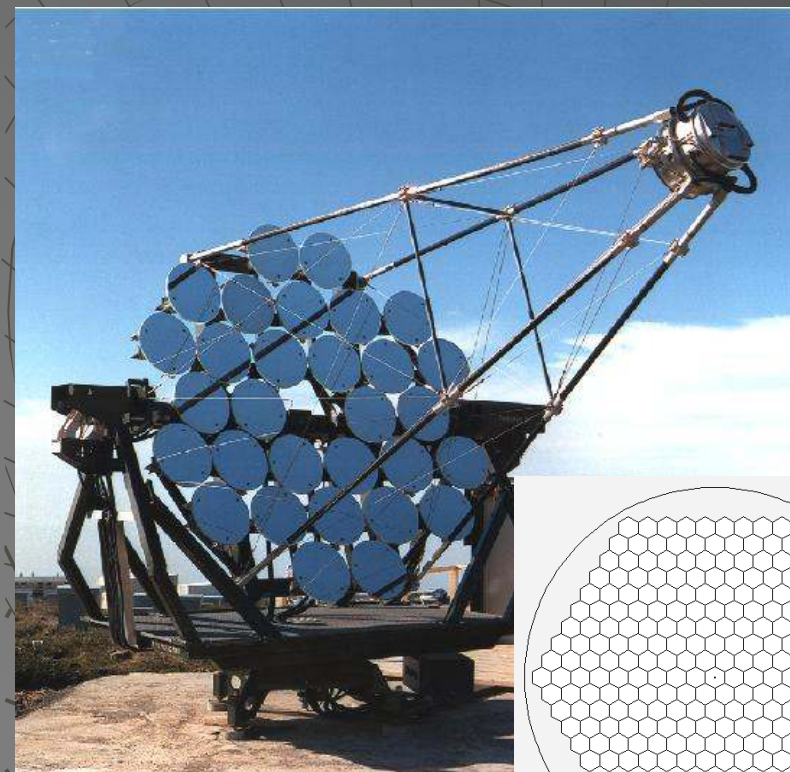




30 Spiegel à  
 $0,28\text{m}^2 = 8,5\text{m}^2$

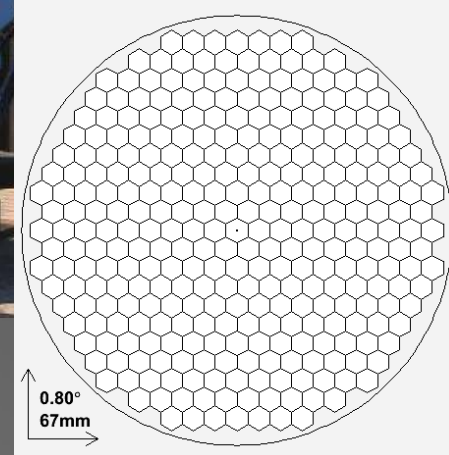
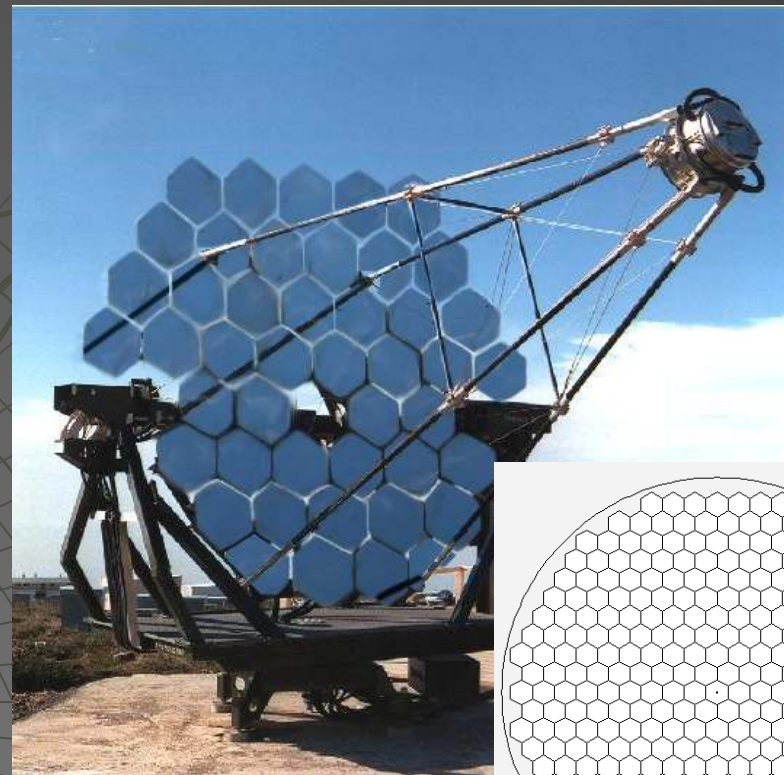


43 Spiegel à  
 $0,31\text{m}^2 \sim 13,4\text{m}^2$



30 Spiegel à  
 $0,28\text{m}^2 = 8,5\text{m}^2$

271 Pixel à  $0,25^\circ$   
 $4,3^\circ\text{FOV}$



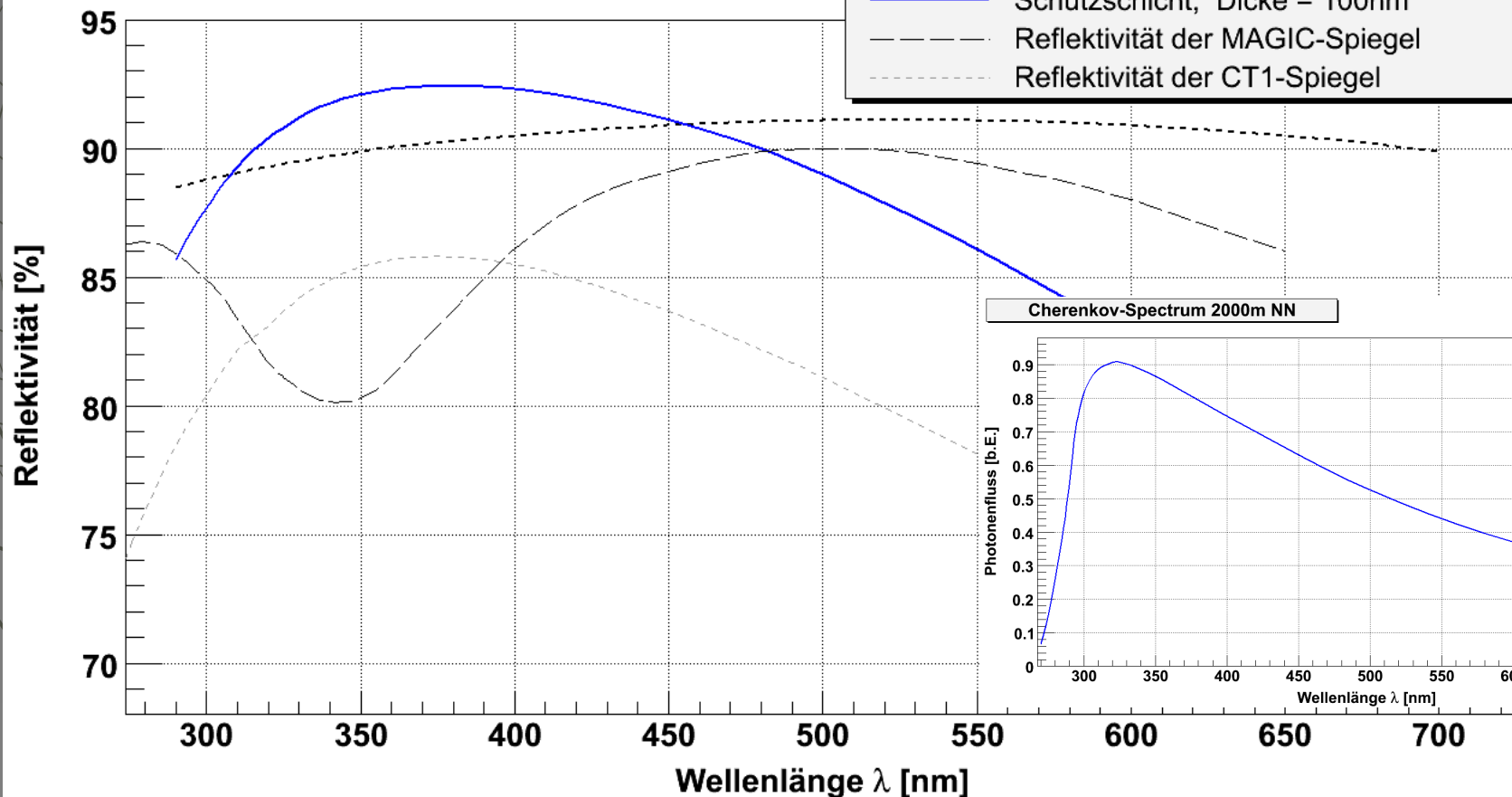
43 Spiegel à  
 $0,31\text{m}^2 \sim 13,4\text{m}^2$

313 Pixel à  $0,26^\circ$   
 $5^\circ\text{FOV}$

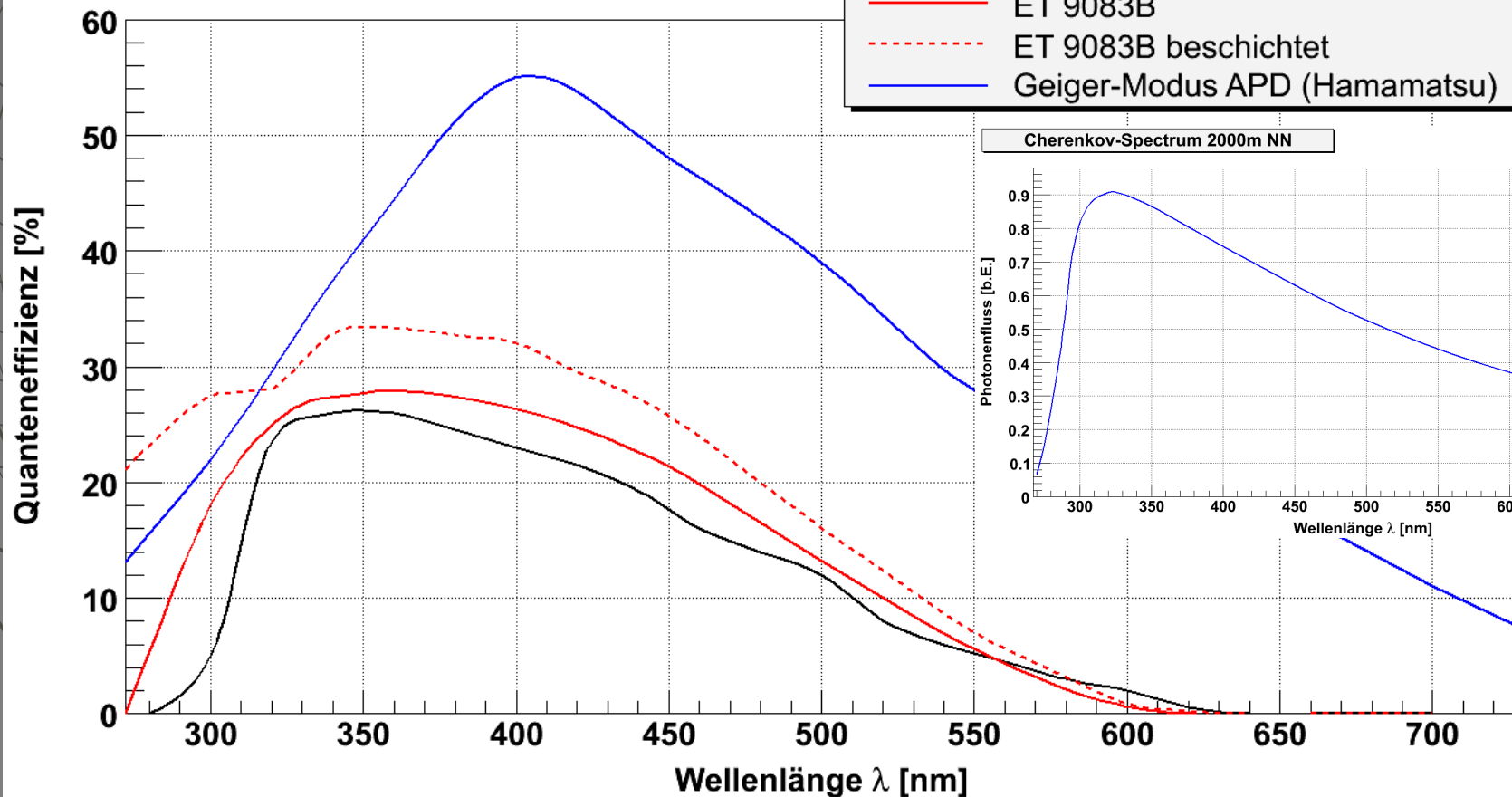


# Reflektivität (Spiegel)

Reflektivität für Al,  $d = 300\text{nm}$



## Quanteneffizienz





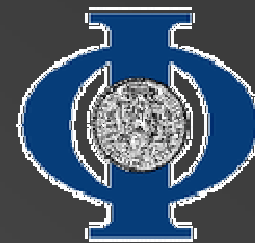
# DWARF



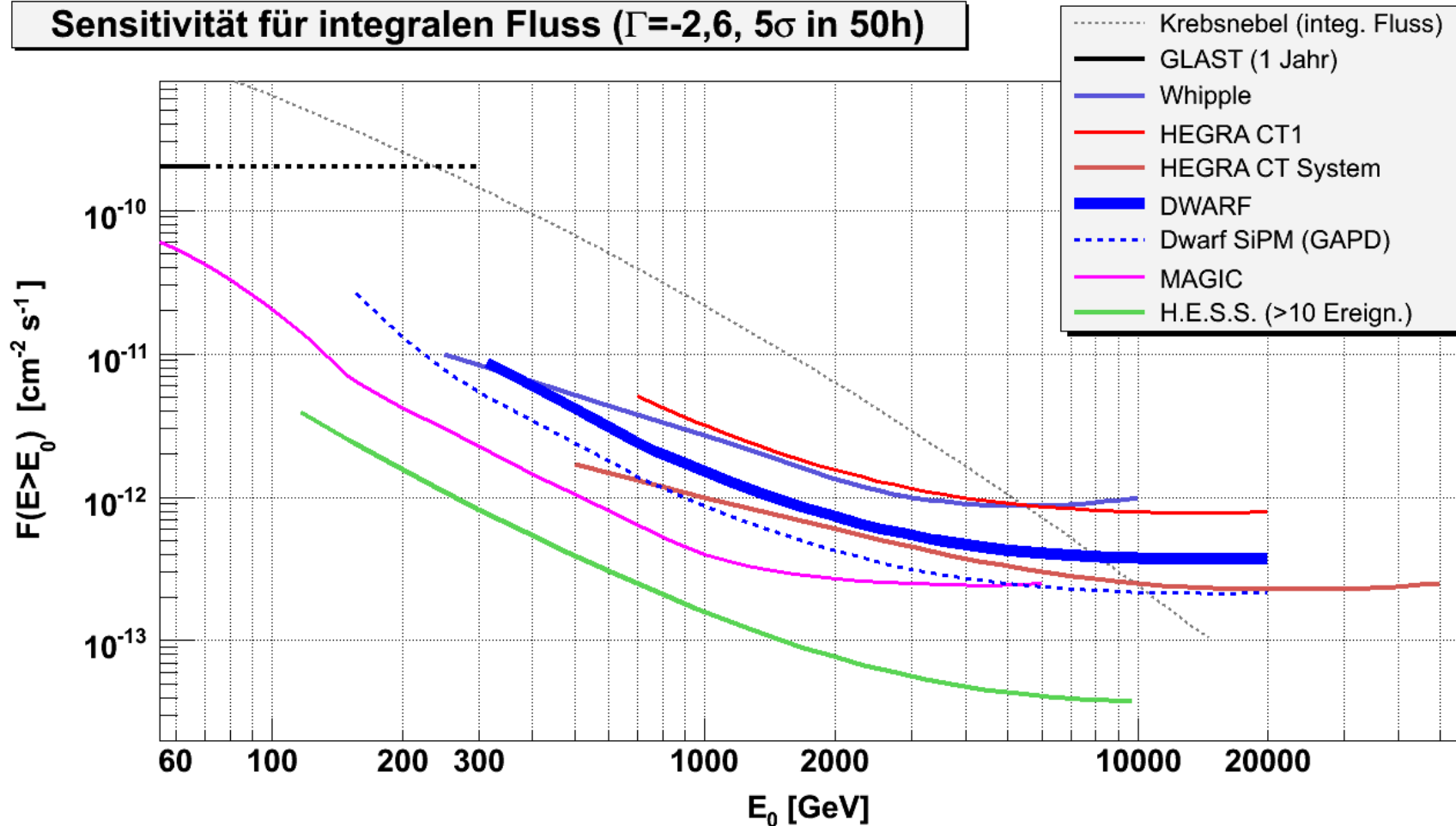
- u 13,4 m<sup>2</sup> Spiegel
- u 313 Pixel-Kamera
- u 5° field of view
- u Höhere QE der PMTs als bei CT3
- u Höhere Reflektivität der Spiegel und Winston Cones
- u Deutlich schnellere DAQ (GHz)
- ~ Energieschwelle  
~ 310 GeV



# DWARF Performance



Sensitivität für integralen Fluss ( $\Gamma=-2,6$ ,  $5\sigma$  in 50h)





# Zusammenfassung

Viel spannende Physik:

- leptonische oder hadronische Jets?
- Koinzidente  $\gamma$ - und  $\nu$ -Messungen
- Binäre schwarze Löcher
- Gravitationswellen
- ...



**MAGIC & H.E.S.S.:** Populationsstudien schwacher Quellen

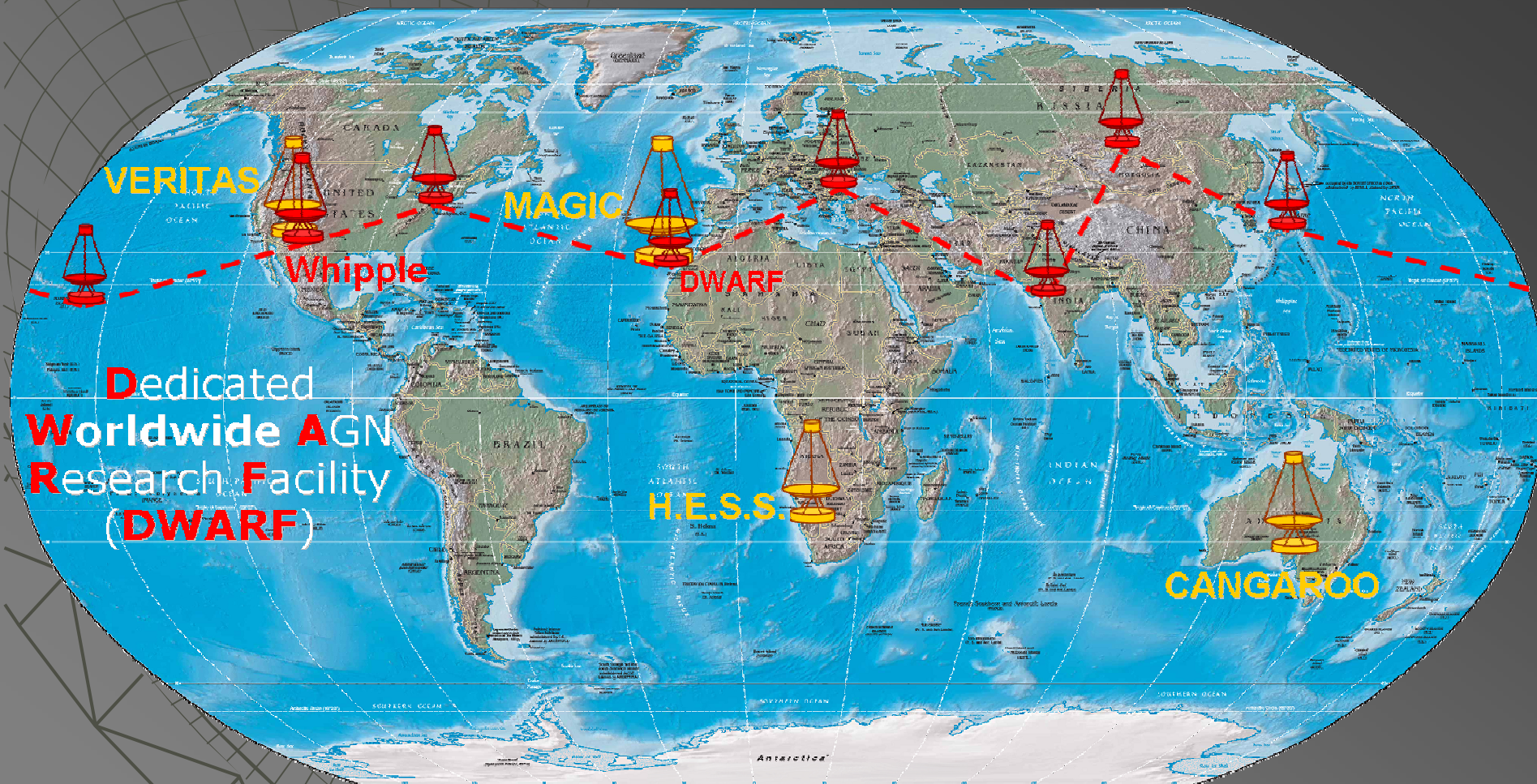
**Dediziertes Teleskop für Langzeitstudien starker Quellen**

**HEGRA CT3** gute Grundlage aber stark aufwertbar

**DWARF**

3-fache Sensitivität bei gleichzeitig halb so hoher  
Energieschwelle verglichen mit CT3

# Zukunftsvision: Netzwerk global verteilter IACTs

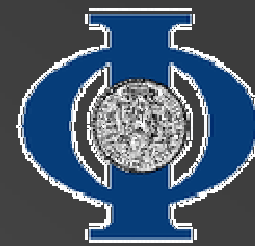




*Vielen Dank!*



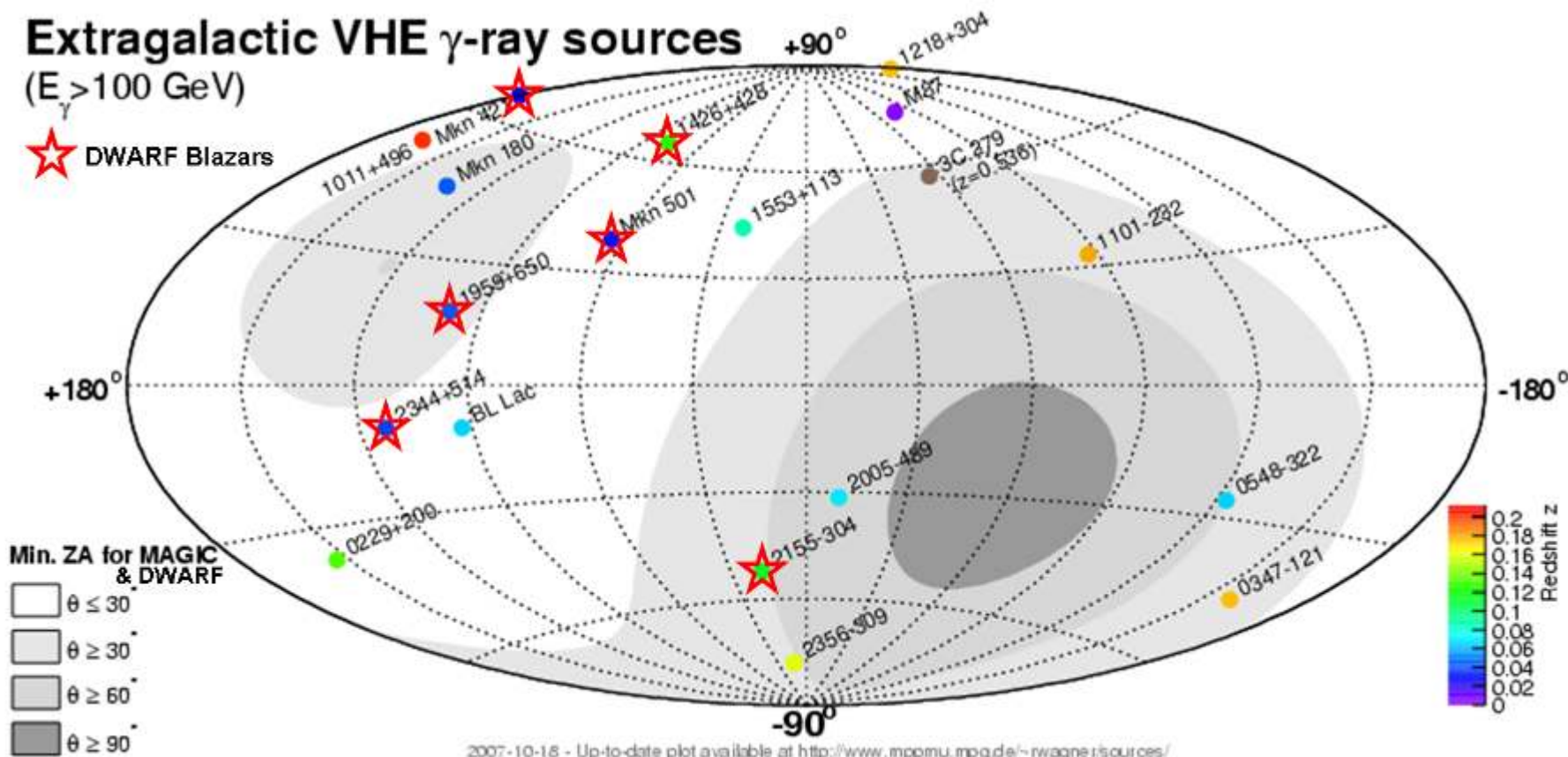
# Back-up I: Quellpositionen



## Extragalactic VHE $\gamma$ -ray sources

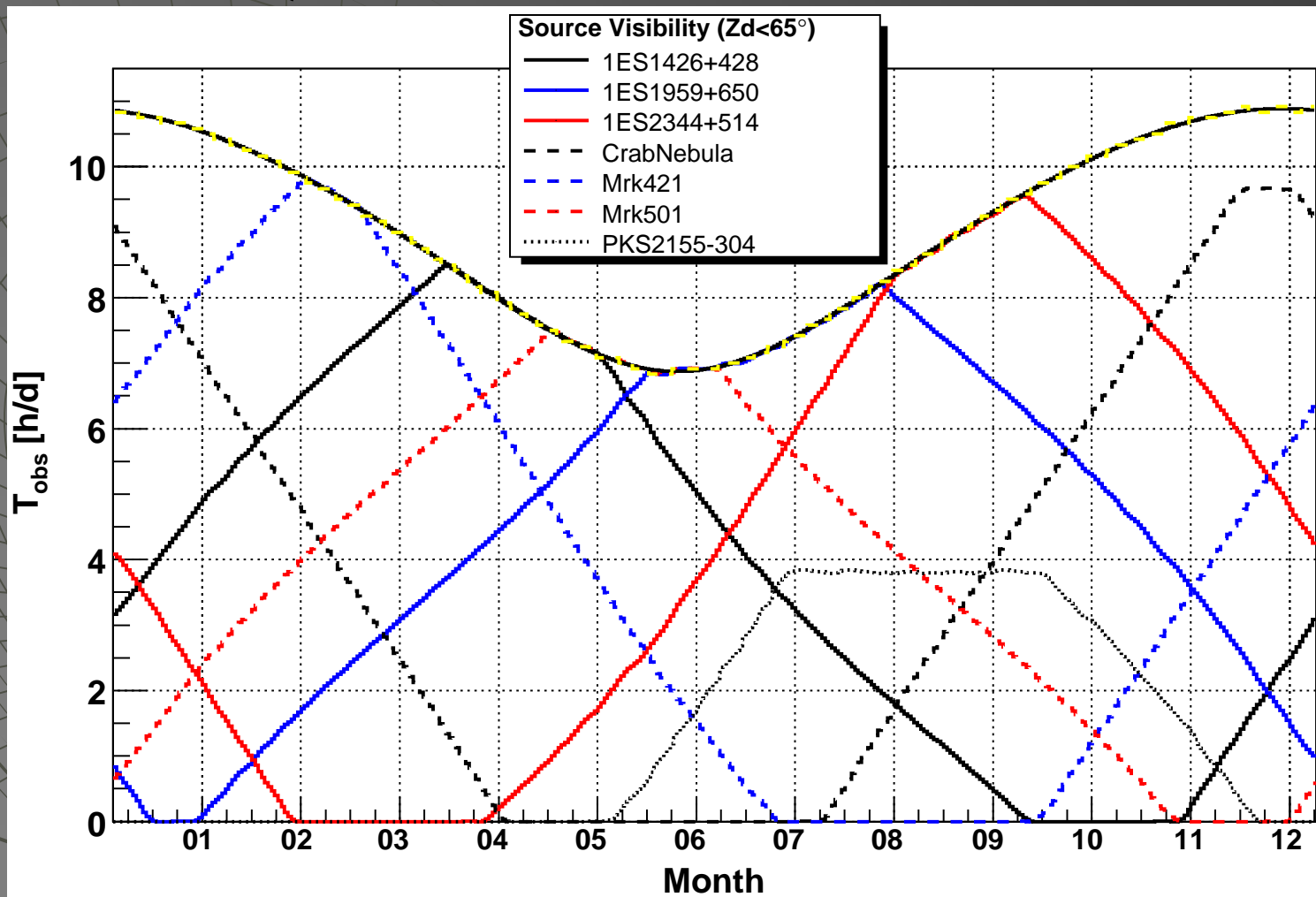
( $E > 100$  GeV)

 DWARF Blazars



2007-10-16 - Up-to-date plot available at <http://www.mppmu.mpg.de/~rwagner/sources/>

# Back-up II: Quellensichtbarkeit





# Back-up III: Skalierung



Teleskop	$P_{\text{int, rel}}$	Verbesserung zu CT1
HEGRA CT1	14,0%	
MAGIC	20,4%	45,3%
DWARF (PMTs)	22,0%	57,1%
DWARF (APDs)	35,6%	154,2%

## Verbesserung

Spiegelfläche

34%

Verspiegelung

9%

moderne PMTs

17%

Beschichtung d. PMTs 35%

Kameragehäuse 15%

1,2GHz DAQ

40%

Langzeitbeobachtung von Blazaren mit einem  
dedizierten Cherenkov-Teleskop (DWARF)

Michael Backes  
TU Dortmund